Transports Canada
Développement

Transport Canada
Development

TP 5811F

Proue réétudiée pour le N.M. Arctic essais complémentaires sur maquettes dans les bassins HSVA et WARC

Rapport sommaire

Préparé pour le
Centre de développement des transports
Transports Canada

par
Melville Shipping Ltd.

MAI 1985

Canada

CA1
DTC 845
85
R25SZ
c.2

TP 5811F

PROUE RÉÉTUDIÉE POUR LE N.M. ARCTIC ESSAIS COMPLÉMENTAIRES SUR MAQUETTES DANS LES BASSINS HSVA ET WARC

par

D.N. Baker

Melville Shipping Ltd.

Library and Information Centre / Centre de Documentation (GSLA)
RECEIVED - REÇU LE
OCT 24 1986
Transport Canada / Transports Canada

Mai 1985

Les opinions et les vues exprimées dans ce rapport sont celles du contractant et ne reflètent pas nécessairement celles du Centre de développement des transports, Transports Canada.

Also available in English under the title: "Redesign of the M.V. Arctic Bow - Additional Model Tests at HSVA and WARC", TP 5811E.

ÉQUIPE DE RECHERCHE

R.A. Dick

D.N. Baker

Transports Canada / Transport Canada

Développement / Development

FORMULE DOCUMENTAIRE DU RAPPORT

1. Nº du rapport Transports Canada	2. Nº de l'étude — CDT	3. Nº de catalogue du destinataire
TP 5811F	4958	

4. Titre et sous-titre	5. Date du rapport
Proue réétudiée pour le N.M. Arctic - Essais complémentaires sur maquettes dans les bassins HSVA et WARC	Mai 1985
	6. Nº du rapport de l'organisme exécutant P83-16

7. Auteur(s)	8. Nº de dossier Transports Canada
D.N. Baker	D 1460-166-41

9. Nom et adresse de l'organisme exécutant	10. Nº de dossier — ASC
Melville Shipping Limited 350 rue Sparks, Suite 1007 Ottawa, Ontario K1R 7S8	12SD.T8200-2-2592
	11. Nº de contrat — ASC ou Transports Canada OSD83-00004

12. Nom et adresse de l'organisme parrain	13. Genre de rapport et période visée
Centre de développement des transports (CDT) Complexe Guy-Favreau, 200 ouest, boul. Dorchester Suite 601, tour ouest Montréal, Québec H2Z 1X4	Sommaire
	14. Code de l'organisme parrain CDT 4958

15. Remarques additionnelles	16. Agent de projet — CDT
Sommaire du rapport final "Redesign of M.V. Arctic Bow - Additional Model Tests at HSVA and WARC", TP 5812E, mai 1985.	R.S. Nishizaki

17. Résumé

Ce rapport concerne les recherches et les essais sur maquettes visant à mettre au point deux nouvelles formes de proue brise-glace pour le vraquier N.M. Arctic d'un port en lourd de 28 000 t. Il présente les résultats comparatifs des essais sur maquette de la plus intéressante de deux nouvelles proues (Melville) et de la proue actuelle du N.M. Arctic, essais qui ont eu lieu au bassin des carénes de Hambourg (R.F.A.) et au Centre de recherches arctiques de Wartsila (Finlande) et qui ont suivi ceux faits précédemment au Canada par Arctec Canada Ltd.

Il compare les modes opératoires d'essais en bassin ainsi que les extrapolations qu'en ont tirées les divers centres d'essai.

Cette comparaison a porté sur les différents types de glace utilisés et sur les méthodes de fabrication et de mise en oeuvre de la glace adoptées par chacun des centres. Leurs méthodes d'acquisition des données ont aussi été comparées.

Le rapport présente les prévisions définitives de performance en vraie grandeur concernant tour à tour le N.M. Arctic équipé de sa proue actuelle, puis doté de la nouvelle proue "Melville". La comparaison directe des prévisions faites à partir des résultats obtenus par les trois centres révéle des écarts et une sensibilité à la vitesse du mobile d'essai. Les chercheurs pensent que les écarts pourraient provenir des modes opératoires différents appliqués par chacun des centres et de la différence entre les valeurs retenues pour les coefficients de friction, la poussée et les coefficients de réduction d'échelle pour la modélisation de la glace.

18. Mots-clés	19. Diffusion
Proue, brise-glace, navire à coque renforcée, N.M. Arctic, essai sur maquette.	Le Centre de développement des transports dispose d'un nombre limité d'exemplaires.

20. Classification de sécurité (de ce rapport)	21. Classification de sécurité (de cette page)	22. Nombre de pages	23. Prix
non classifié	non classifiée	22	aucun

Transport Canada / Transports Canada

Development / Développement

REPORT DOCUMENTATION FORM

1. Transport Canada Report No.	2. TDC Project No.	3. Recipient's Catalogue No.
TP 5811F	4958	

4. Title and Subtitle	5. Report Date
Proue réétudiée pour le N.M. Arctic - Essais complémentaires sur maquettes dans les bassins HSVA et WARC	May 1985
	6. Performing Organization Report No. P83-16
7. Author(s) D.N. Baker	8. Transport Canada File No. D 1460-166-41
9. Performing Organization Name and Address Melville Shipping Limited 350 Sparks Street, Suite 1007 Ottawa, Ontario K1R 7S8	10. DSS File No. 12SD.T8200-2-2592
	11. DSS or Transport Canada Contract No. 0SD83-00004
12. Sponsoring Agency Name and Address Transportation Development Centre (TDC) Guy Favreau Complex, 200 Dorchester Blvd. West Suite 601, West Tower Montreal, Quebec H2Z 1X4	13. Type of Report and Period Covered Summary
	14. Sponsoring Agency Code TDC 4958
15. Supplementary Notes Summary of "Redesign of M.V. Arctic Bow - Additional Model Tests at HSVA and WARC", TP 5812E, May 1985.	16. TDC Project Officer R.S. Nishizaki

17. Abstract

Two new icebreaking bows have been developed and model tested for the 28,000 DWT bulk carrier M.V. Arctic. This report describes the continued research and model testing conducted on the most favourable of these two bows, the "Melville Bow", and the existing bow. The additional model testing was conducted at the Hamburg Ship Model Basin (HSVA) in West Germany and at the Wartsila Arctic Research Centre (WARC) in Finland to supplement prior tests carried out in the Arctec Canada Ltd. facilities.

The report presents a comparison of ice tank procedures and the full-scale predictions from the different facilities.

The comparison includes a review of the different ice types, and a description of ice growing procedures at each tank. The data collection methods are discussed and comparisons are made between the tanks.

The final predictions for the full-scale performance of the M.V. Arctic and the M.V. Arctic with the Melville bow are presented. The direct comparison of predictions between the tanks shows variations in performance prediction and speed dependency. These variations are thought to be partly a result of the different testing procedures used at the tanks and the assumptions used for friction coefficient, thrust deduction and ice model scaling.

18. Key Words	19. Distribution Statement
Bow design, icebreaking vessel, ice class ship, M.V. Arctic, model testing.	Limited number of copies available from Transportation Development Centre.

20. Security Classification (of this report)	21. Security Classification (of this page)	22. No. of Pages	23. Price
Unclassified	Unclassified	22	nil

TDC CDT 79-005 Rev 86

Canada

REMERCIEMENTS

L'auteur désire exprimer ici sa reconnaissance à M. Williams de l'Institut de dynamique marine et aux scientifiques et techniciens du Hamburg Ship Model Basin (HSVA) et du Wartsila Arctic Research Centre (WARC) pour l'aide qu'ils lui ont prodiguée.

L'auteur remercie également M. Roy Nishizaki, agent de projet au Centre de développement des transports, chargé de ce projet en particulier.

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION 1

2. COMPARAISON DES MODES OPÉRATOIRES 2

3. PRÉVISIONS DE COMPORTEMENT EN GRANDEUR RÉELLE 4

4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS 9
   4.1 Conclusions 9
   4.2 Recommandations 10

LISTE DES FIGURES

Figure 3.1 Proue A - Comparaison des poussées tirées des essais ACL, HSVA et WARC 5

Figure 3.2 Proue B - Comparaison des poussées tirées des essais ACL, HSVA et WARC 6

Figure 3.3 Résultat des essais de marche alternée avec la proue A faits par WARC 7

Figure 3.4 Résultat des essais de marche alternée avec la proue B faits par WARC 8

Figure 4.1 Prévisions des poussées avec la proue existante 11

Figure 4.2 Prévisions des poussées avec la proue Melville 12

1. INTRODUCTION

Le N.M. Arctic est un vraquier de 28 000 tonnes de port en lourd et de cote arctique 2 aux termes de la Loi sur la prévention de la pollution dans l'Arctique. Entre les mois de juillet et de novembre de chaque année, ce navire transporte vers les ports européens les minerais extraits de l'Arctique canadien: à Nanisivik sur l'île de Baffin et à Polaris sur la petite île Cornwallis. La compagnie Melville Shipping Ltd. (Melville) a lancé un programme de recherche visant à améliorer l'exploitation du navire par l'étude d'une proue modifiée et par l'essai de celle-ci dans des bassins de glaces, et ce, avec le concours financier du Centre de développement des transports (CDT), Transports Canada.

Les essais menés par Arctec Canada Limited (ACL) dans ses propres installations ont montré que la proue modifiée permettrait de bien meilleures performances dans les glaces. Toutefois, lorsque les résultats expérimentaux sur maquette de la proue existante ont été comparés aux données en grandeur réelle connues, on s'est aperçu que la corrélation entre les deux ensembles de données n'était pas bonne. Aucune explication ne pouvait être donnée aux écarts constatés soulignant ainsi la nécessité d'une meilleure compréhension des phénomènes en jeu lors des essais de carène en bassin des glaces, et des rapports de similitude sur lesquels fonder les prévisions de comportement en grandeur réelle.

Il a donc été décidé de faire subir aux maquettes du N.M. Arctic des essais dans deux bassins de glaces à l'étranger: celui de la Hamburgische Schiffbau Versuchsanstalt (HSVA) en République fédérale d'Allemagne et du Wartsila Arctic Research Centre (WARC) en Finlande. On espérait que ces essais ainsi qu'une analyse approfondie des modes opératoires respectifs expliqueraient les écarts dans les résultats provenant des divers bassins de glaces, d'une part, et, d'autre part, entre les résultats expérimentaux sur maquettes et les données en grandeur réelle connues.

2. COMPARAISON DES MODES OPÉRATOIRES

Les prévisions en grandeur réelle faites à partir des essais en bassin se fondent sur un certain nombre de paramètres dont une brève explication est donnée ci-dessous:

Les lois de similitude

Dans les trois bassins considérés, ACL, HSVA et WARC, on s'est servi du nombre de Froude pour caractériser le rapport des forces en jeu. La seule exception a été un facteur de frottement corrigé utilisé par WARC.

Glace-modèle

La glace-modèle utilisée par ACL est obtenue par l'addition d'urée dans le bassin. Lorsque la température ambiante baisse à -10°C ou -15°C, on ensemence la glace à l'aide d'un vaporisateur manuel. La formation de glace est accélérée par une ventilation mécanique. On obtient de la sorte une glace de structure cristalline colonnaire séparée de la surface homogène par une phase de transition. C'est la constitution type d'une glace-modèle produite par l'addition d'éléments chimiques.

HSVA utilise, elle aussi, une glace contenant de l'urée. La ventilation est naturelle mais l'ensemencement se fait mécaniquement. Celui-ci commence à une température de -10°C environ, pour prévenir la formation prématurée de glace à la surface en surfusion du bassin. La glace ainsi obtenue est de structure identique à celle de l'ACL.

WARC utilise un procédé où l'ensemencement se fait en continu sur un certain laps de temps. Ce procédé est plus rapide que celui reposant sur la croissance des cristaux de glace mis en oeuvre par ACL et HSVA. La glace ainsi obtenue est homogène sur toute son épaisseur sauf sur 10 à 15 p. 100 de celle-ci de structure colonnaire.

Caractérisation de la glace

La caractérisation de la glace a été identique dans les trois cas: méthode de la poutre pour déterminer la résistance à la rupture en flexion et, pour le module d'élasticité, soit cette même méthode, soit le mesurage de la flèche sous charge connue. Quant à l'épaisseur, elle était mesurée à l'aide d'un compas d'épaisseur.

Essais sur maquettes

Les techniques ont varié: chez ACL, essais standard de résistance à l'avancement, essais en autopropulsion guidée; chez HSVA, autopropulsion non guidée et chez WARC, essais standard de résistance à l'avancement et essais en autopropulsion partiellement guidée.

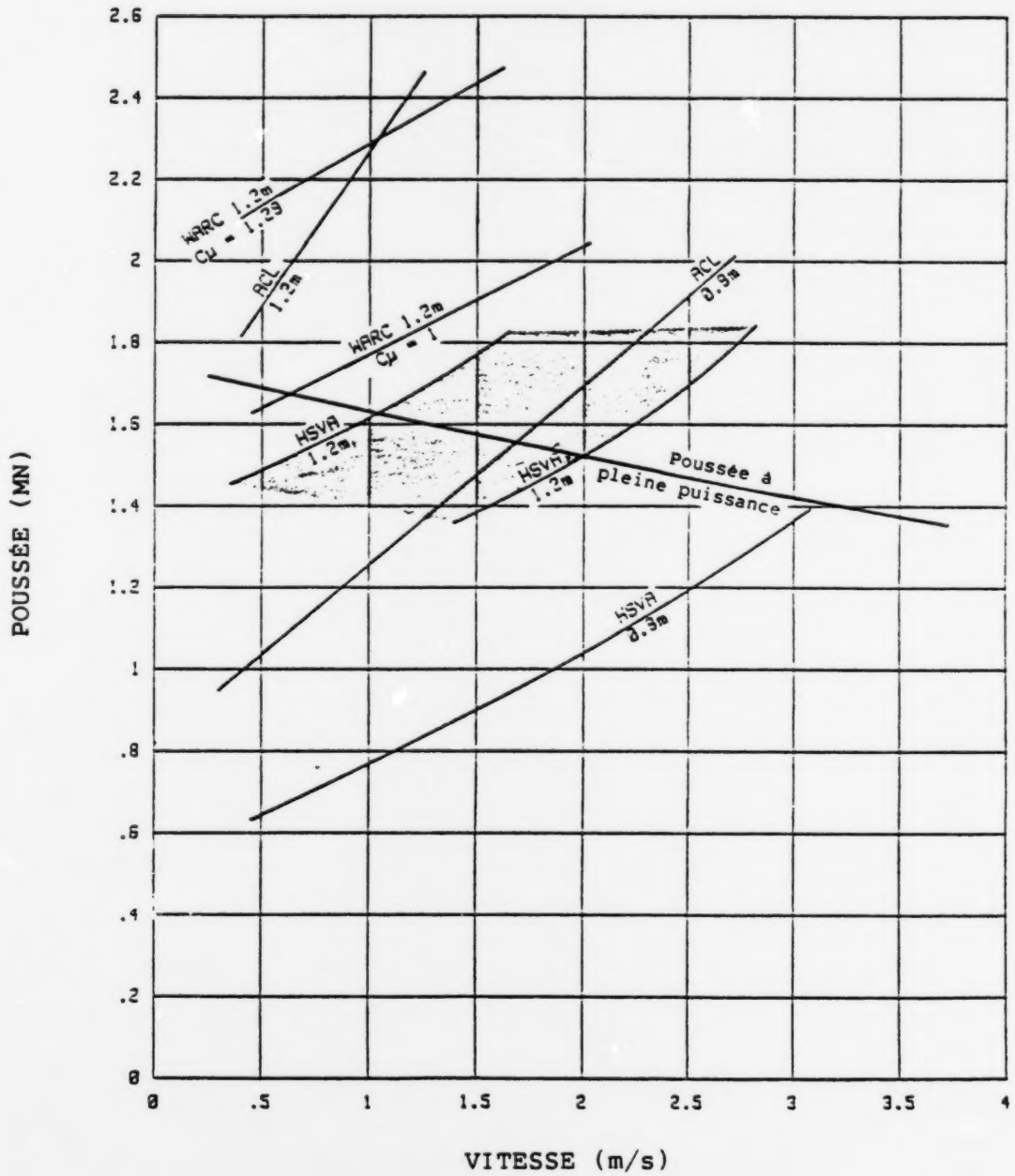
Saisie et traitement des données

Chez ACL, les signaux ont été échantillonnés à la cadence de 4 par seconde et filtrés sous 0,5 Hz, à l'exception du premier essai où ces valeurs ont été de 20 et 2, respectivement. La numérisation à 4 échantillons/seconde a été jugée trop lente, compte tenu de la fréquence de résonance naturelle du chariot. Chez HSVA, la numérisation a été faite à 100 échantillons/seconde et le filtrage sous 49 Hz, tandis que chez WARC les valeurs correspondantes ont été de 20 et de 5, respectivement.

3. PRÉVISIONS EN GRANDEUR RÉELLE

Des prévisions de comportement en grandeur réelle ont été établies par les trois établissements concernés à l'égard de l'Arctic équipé de sa proue existante et de la proue Melville. Ces prévisions de marche dans une glace uniforme apparaissent aux figures 3.1 et 3.2 concernant la proue existante (Proue A) et la proue Melville (Proue B), respectivement. WARC a présenté deux courbes de résistance: une tirée directement des mesures sur maquettes et une à laquelle a été appliqué un facteur de correction de 1,29 destiné à compenser le coefficient de frottement trop faible de la maquette utilisée. Les prévisions HSVA concernant la proue existante évoluant dans une glace de 1,2 m d'épaisseur représentent une plage de performances. Cependant, une analyse non dimensionnelle a montré que la limite inférieure de cette plage ne concordait pas avec l'ensemble des résultats obtenus.

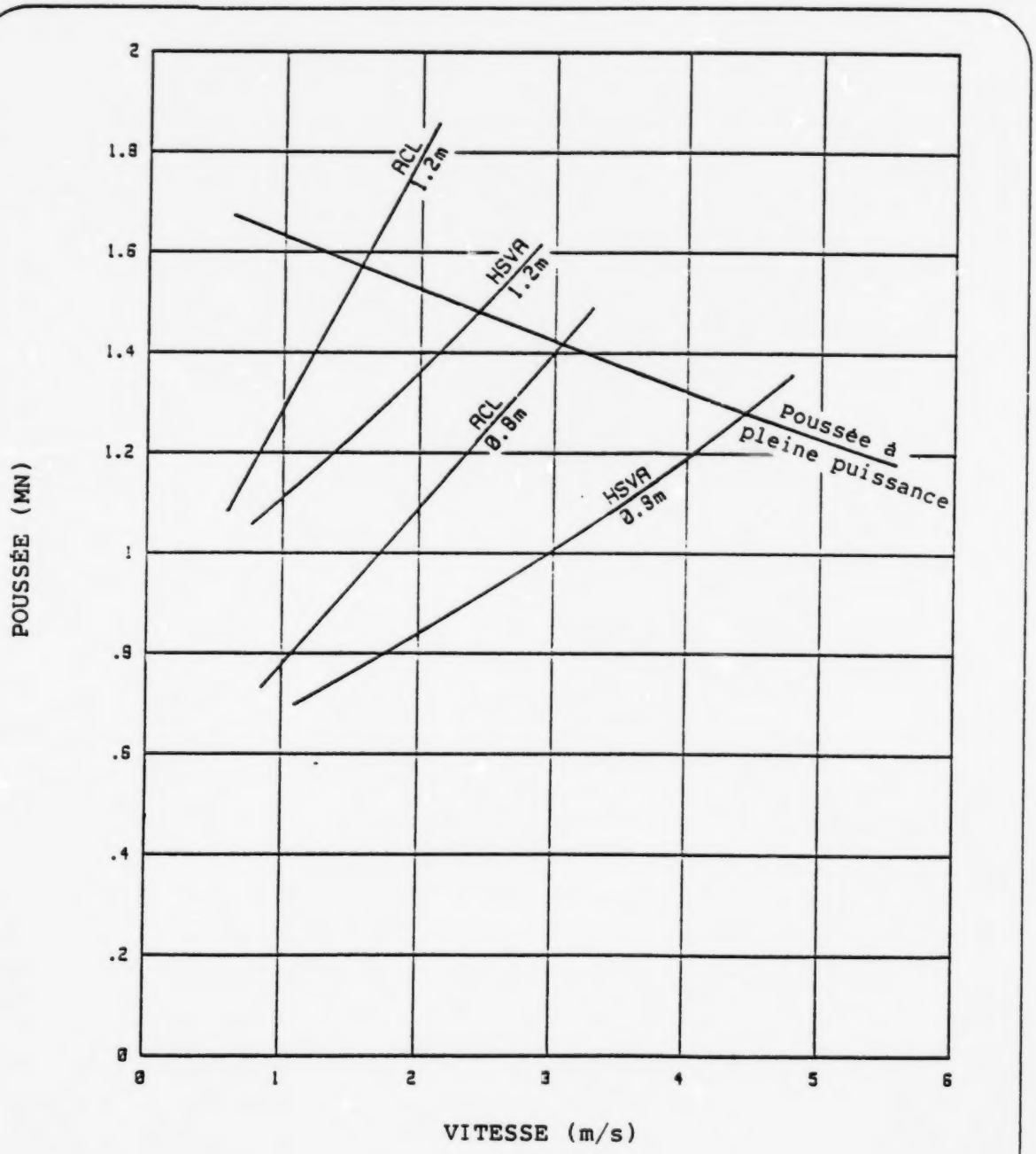
Outre les essais dans une glace uniforme, des essais de marche alternée ont été faits par WARC. Les résultats paraissent aux figures 3.3 (proue existante et marche alternée dans une glace de 1,8 m d'épaisseur) et 3.4 (proue Melville et 2,2 m d'épaisseur), les graphiques mettant en rapport vitesses d'impact et profondeur de pénétration.



Résistance de la glace = 500 kPa

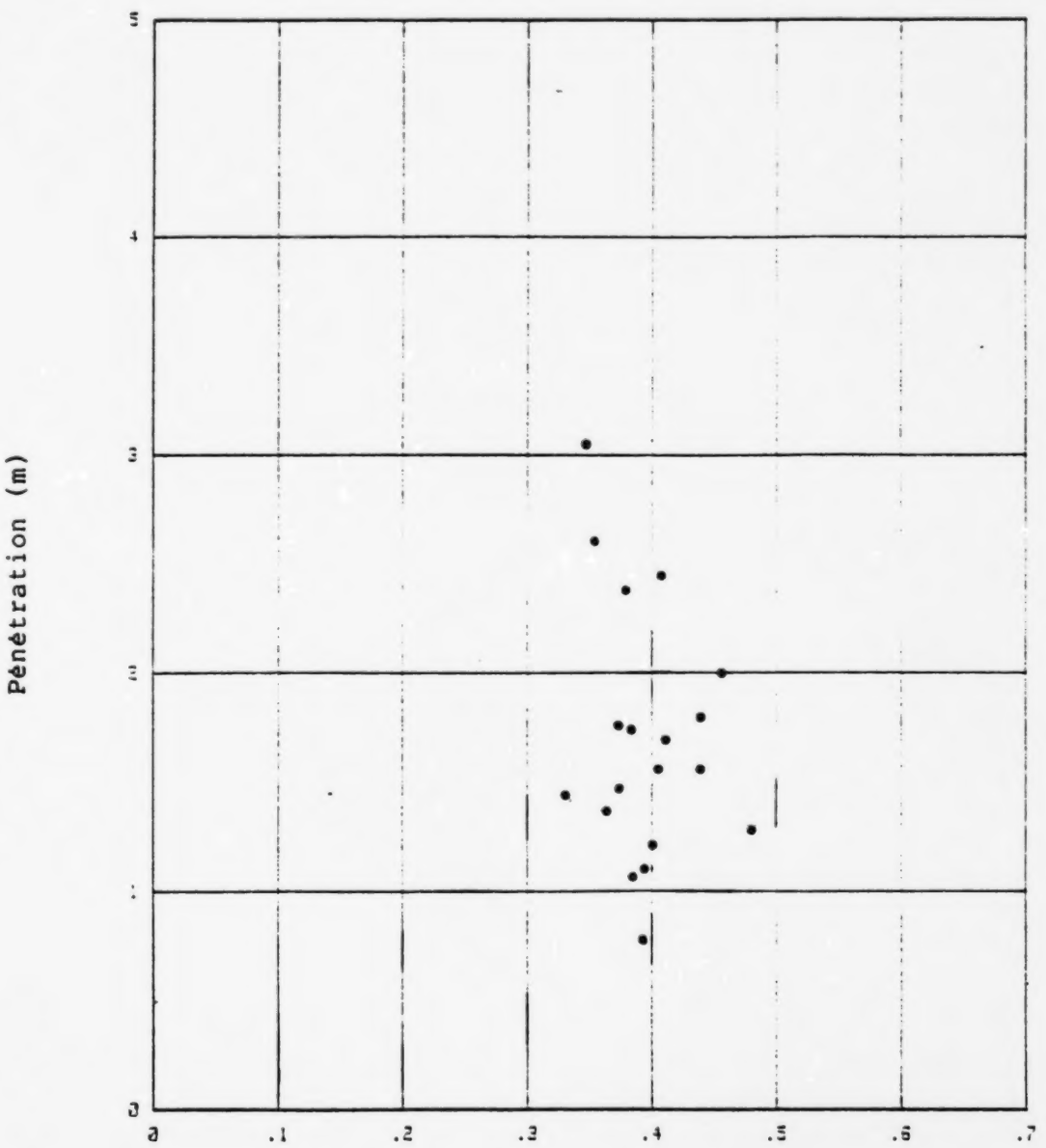
Figure 3.1 Proue A - Comparaison des poussées tirées des essais ACL, HSVA et WARC

MELVILLE SHIPPING LTD



Résistance de la glace = 500 kPa

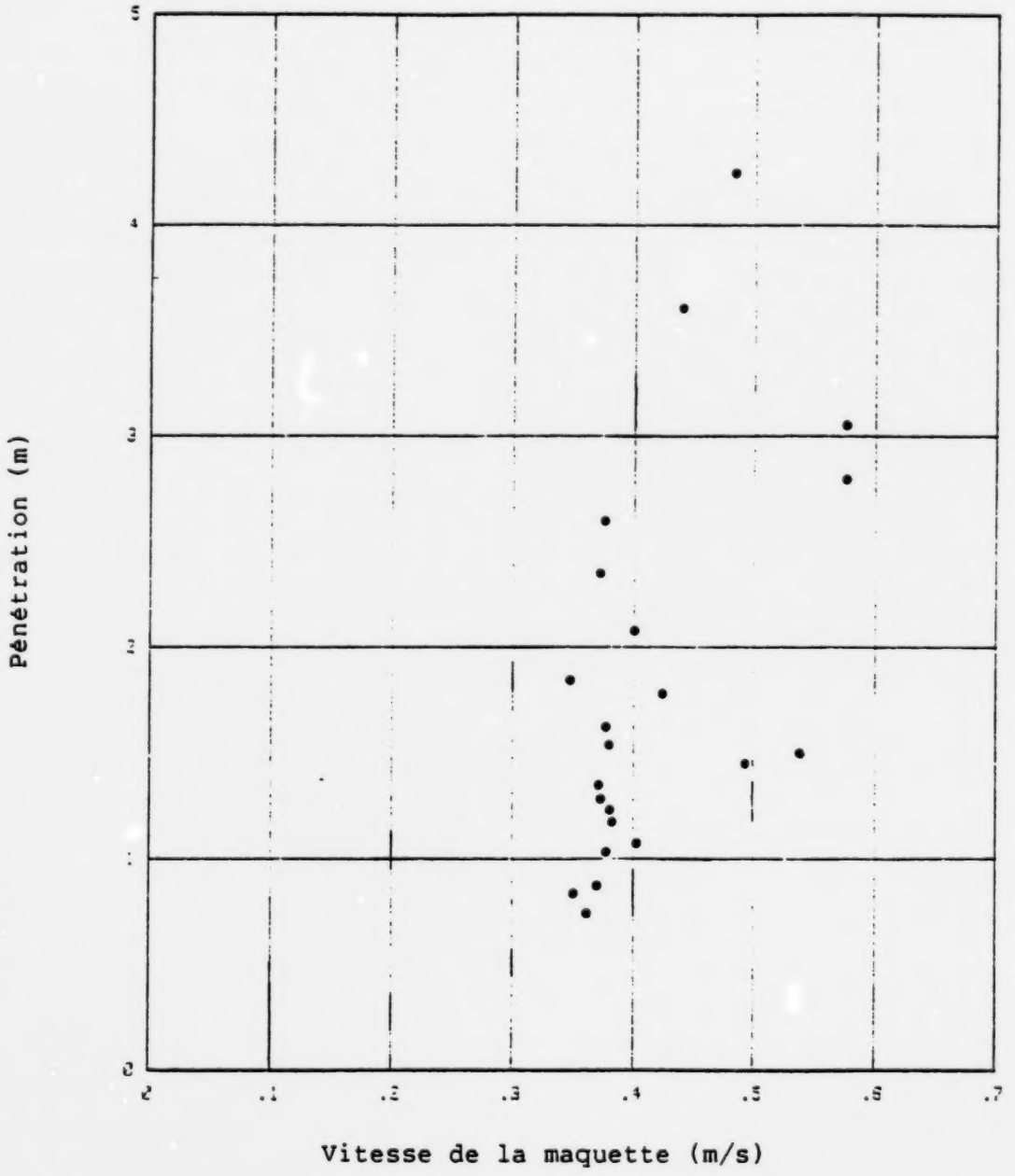
Figure 3.2 Proue B - Comparaison des poussées tirées des essais ACL, HSVA et WARC



Épaisseur de la glace = 1,8 m
Résistance de la glace = 500 kPa

Figure 3.3 Résultat des essais de marche alternée avec la proue A faits par WARC

MELVILLE SHIPPING LTD



Épaisseur de la glace = 2,2 m
Résistance de la glace = 500 kPa

Figure 3.4 Résultat des essais de marche alternée avec la proue B faits par WARC

MELVILLE SHIPPING LTD

4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

4.1 Conclusions

a) Les essais sur maquettes faits dans les trois établissements concernés, ainsi que le dépouillement des résultats décrit dans le présent rapport, ont débouché sur des prévisions de comportement en grandeur réelle tant pour la proue existante que pour la proue Melville. Ces prévisions apparaissent aux figures 4.1 et 4.2.

b) La corrélation entre les prévisions de comportement en grandeur réelle établies par les trois établissements n'est pas très bonne. On attribue les écarts constatés aux modes opératoires différents utilisés.

c) Les prévisions concernant la proue existante et tirées des essais sur maquette ne concordent pas bien avec les données en grandeur réelle connues. La raison des écarts constatés pourrait être attribuable:

- au coefficient de frottement retenu
- à la glace-modèle utilisée
- à l'effet hydrodynamique
- au peu d'abondance de données en grandeur réelle.

d) les variations dans les prévisions des trois établissements concernés sont attribuables aux variations dans les paramètres suivants:

- qualité de la glace
- coefficient de frottement
- propriétés mécaniques de la glace
- ventilation du bassin
- mode de guidage des maquettes
- méthode d'analyse des données.

e) ACL a suivi une approche stochastique plutôt que déterministe, c'est-à-dire qu'elle s'est intéressée moins au contrôle des variables caractérisant les couches de glace en jeu et aux déterminations ponctuelles qu'aux déterminations aléatoires, ce qui signifie la prise en compte de plusieurs couches de glace. Par contre, l'approche suivie par HSVA et WARC a été plus déterministe, maîtrisant davantage les variables et offrant une plus grande fiabilité/ validité des données acquises.

f) La réponse dynamique du chariot d'entraînement aux forces exercées par la maquette influent sur les résultats.

g) L'échantillonnage et la numérisation à la cadence de 20 par seconde et l'utilisation de filtres passe-bas 5 Hz ont donné de meilleurs résultats que lorsque le taux d'échantillonnage était plus faible.

h) Les prévisions établies par HSVA et ACL à partir des modèles mathématiques élaborés par Milano et Neagle concordent bien avec les prévisions tirées des essais sur maquettes établies par HSVA. Mais elles ne concordent ni avec les prévisions tirées des essais sur les maquettes équipées de la proue Melville, ni avec les données en grandeur réelle connues.

4.2 Recommandations

a) Les établissements disposant d'un bassin de glaces devraient s'entendre sur un procédé de formation de la glace-modèle afin d'éliminer la nécessité d'ajuster les données pour les rendre comparables.

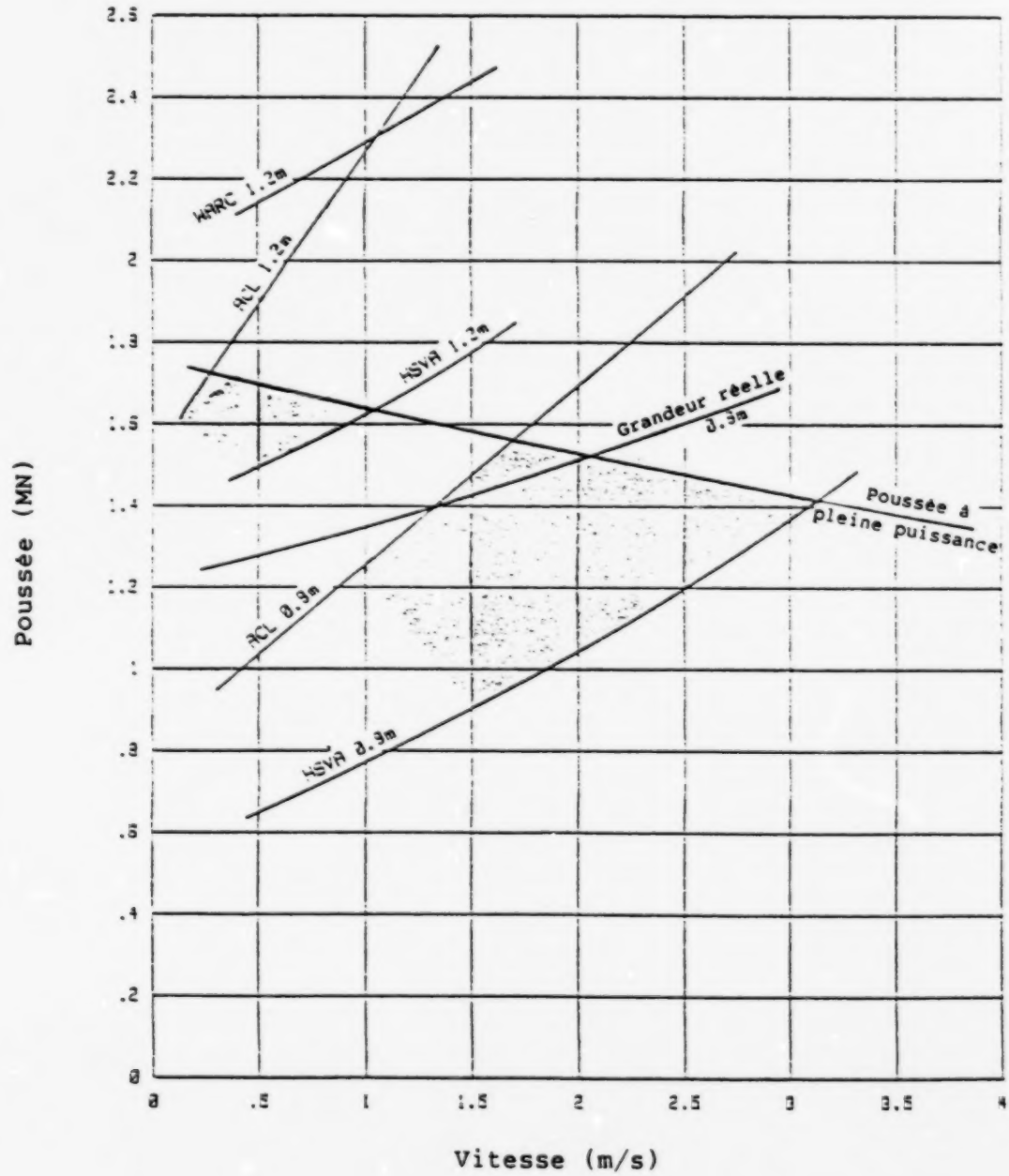
b) Ils devraient élaborer un mode opératoire, ou mettre en oeuvre un appareil, capable d'un contrôle plus élargi des caractéristiques de la glace-modèle et permettant une plus grande uniformité dans les essais.

c) Ce mode ou cet appareil devrait en outre être sensible à l'effet des différents modes de rupture de la glace sur les performances d'un brise-glace.

d) Il faudrait approfondir davantage la question du coefficient de frottement des maquettes, afin de mieux comprendre l'effet qu'il produit sur la coque ou une partie de la coque.

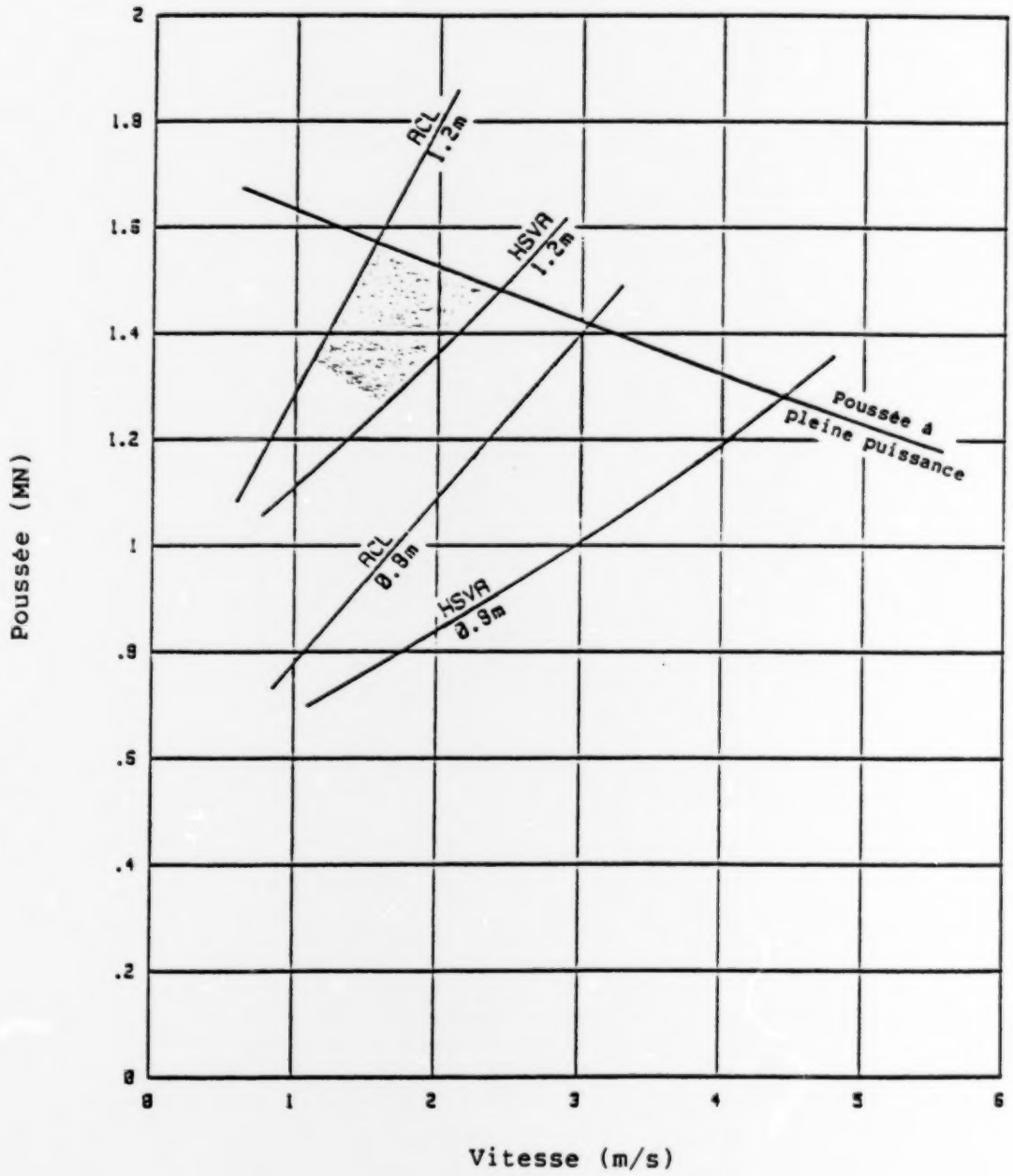
e) Il faudrait étudier l'effet hydrodynamique de la glace sur la coque, lequel s'est traduit par des coefficients élevés de réduction de la poussée.

f) Il faudrait conduire plus de tests en grandeur réelle concernant la proue existante afin d'être mieux en mesure d'établir les corrélations entre les résultats expérimentaux et les données en grandeur réelle.



Résistance de la glace = 500 kPa

Figure 4.1 Prévisions des poussées avec la proue existante



Résistance de la glace = 500 kPa

Figure 4.2 Prévisions des poussées avec la proue Melville

MELVILLE SHIPPING LTD